

# Agrivoltaics - Solceller och jordbruk tillsammans

2023-11-10 Klimatkommunerna



Bengt Stridh, Tekn. Dr.

Universitetslektor, MDU, [bengt.stridh@mdu.se](mailto:bengt.stridh@mdu.se)

(fd Principal Scientist, ABB Corporate Research)

Svensk representant IEA PVPS [Task 13](#)

Sveriges största solcellsblogg, <http://bengtsvillablogg.info/>

Solcellsägare sedan 2006

Första solcellsprojekt 2002



# Energianvändning i världen



Energianvändning: 2022 **rekordhög**

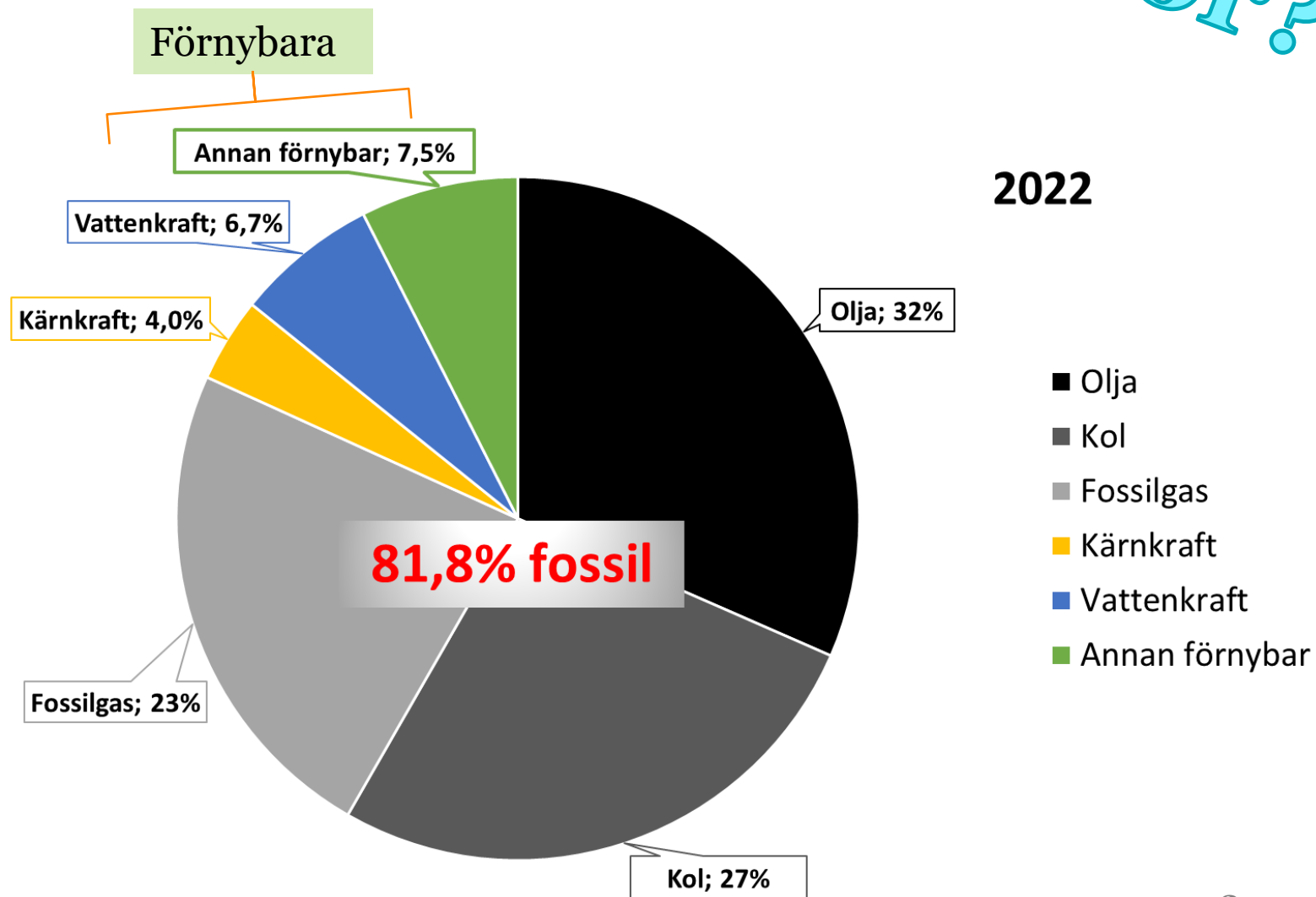
Fossil energianvändning: 2022 **rekordhög**

Solenergi ~1.1% (el + värme)



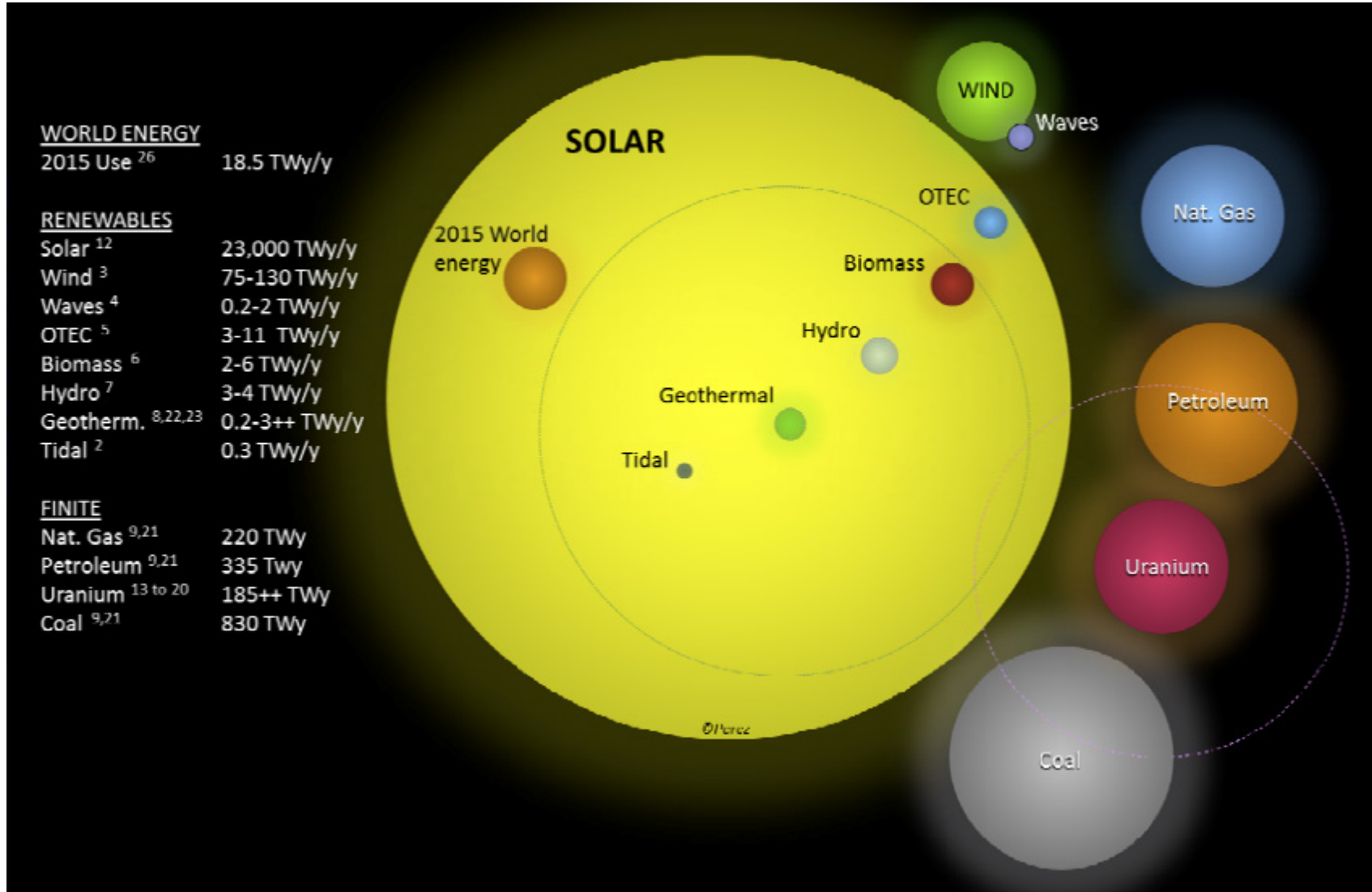
**'The climate time-bomb is ticking': The world is running out of time to avoid catastrophe, new UN report warns**

[CNN 2023-03-20](#)



# Solenergi - tillgång

# Hur?



Kvarvarande kända reserver 2020 med användning som 2020

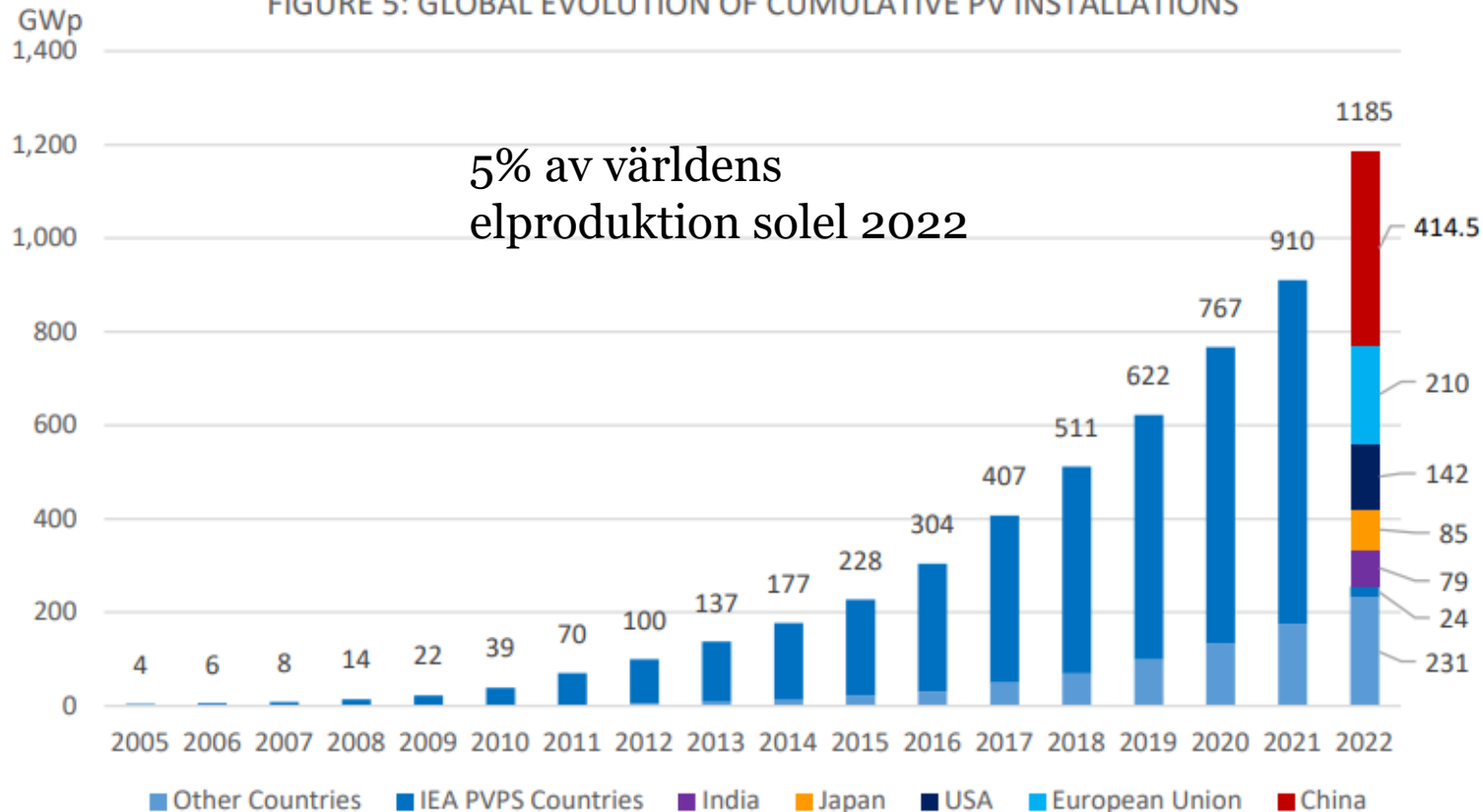
- Fossilgas 49 år
- Olja 54 år
- Kol 139 år

[Statistical Review of World Energy data 2023](#)

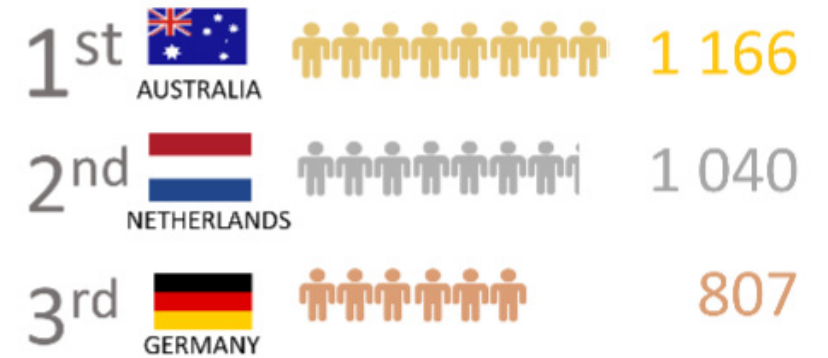


# Trend – solceller ökar snabbt

FIGURE 5: GLOBAL EVOLUTION OF CUMULATIVE PV INSTALLATIONS



## SOLAR PV PER CAPITA 2022 Watt/capita

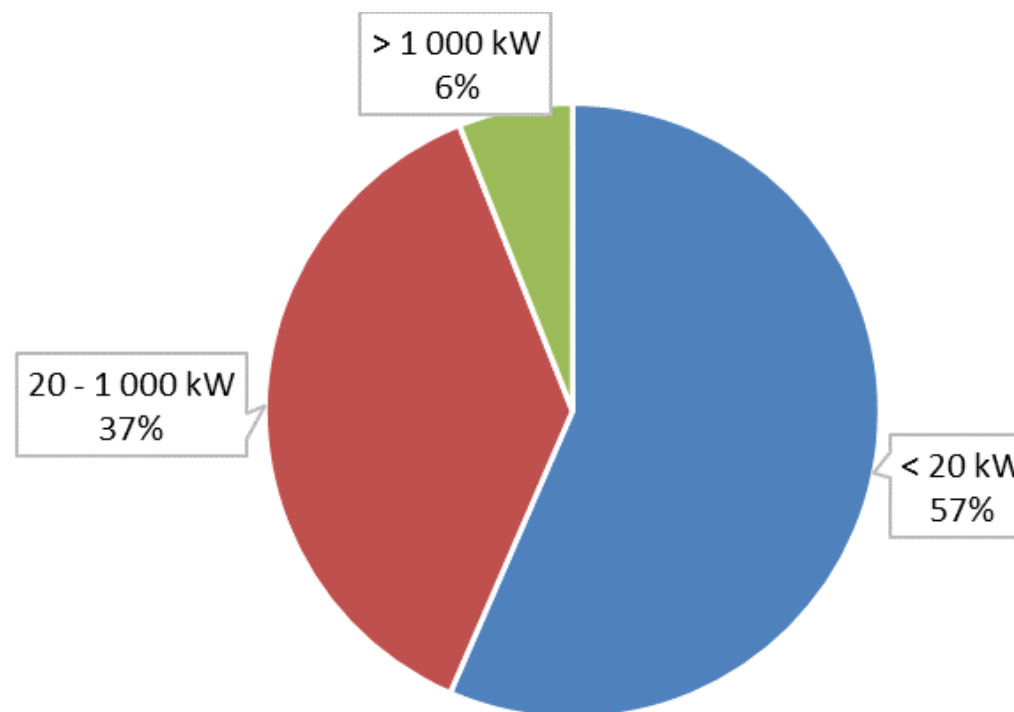
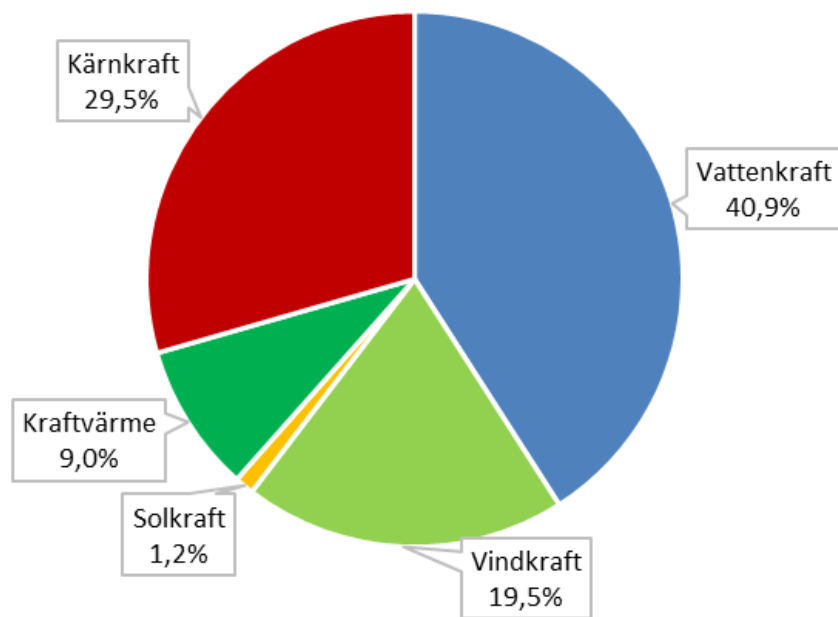


Sverige, per invånare  
 151 W 2021 (+44%)  
 227 W 2022 (+50%)

# Elproduktion i Sverige

- Rekord**
- 170 TWh 2022
  - Nettoexport 33,2 TWh (20%)

- Solceller 2,38 GW installerat 2022
- 2 TWh producerad solel



Installerad effekt

Sweden tops France as Europe's largest net power exporter

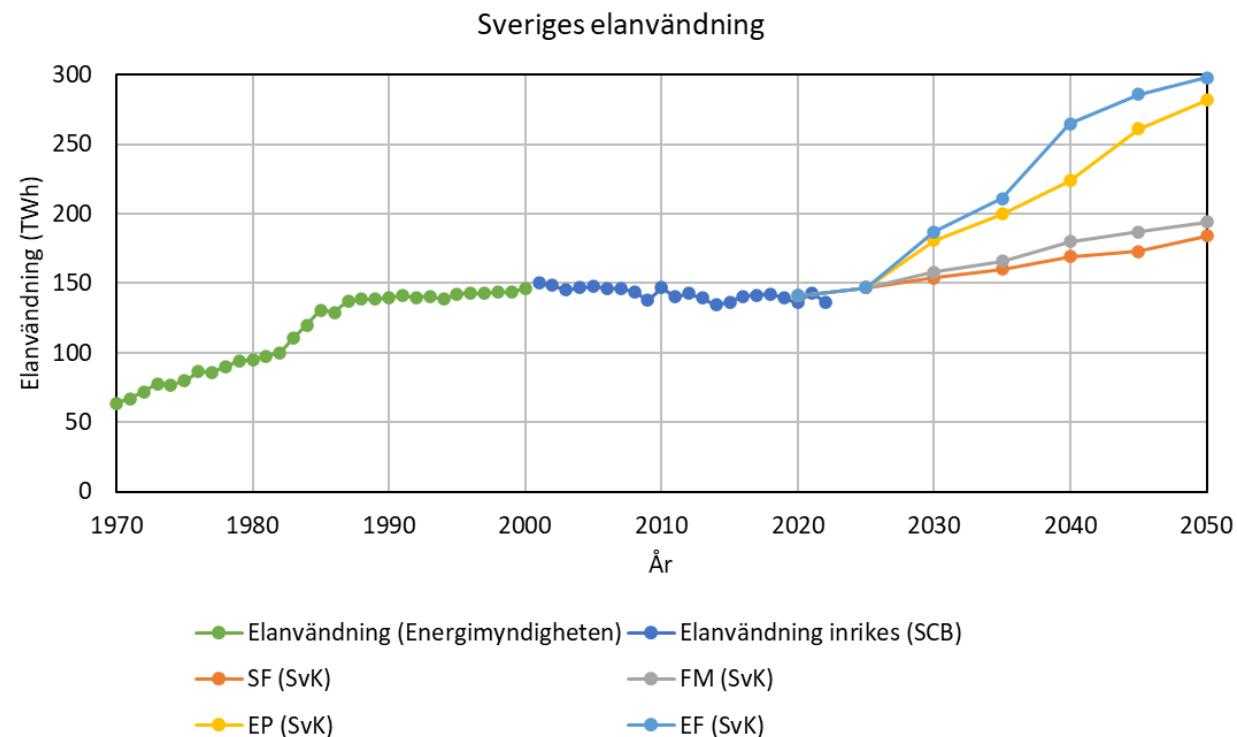
[Reuters 2022-08-10](#)



# Utmaning Sverige – Ny el, hur och var?

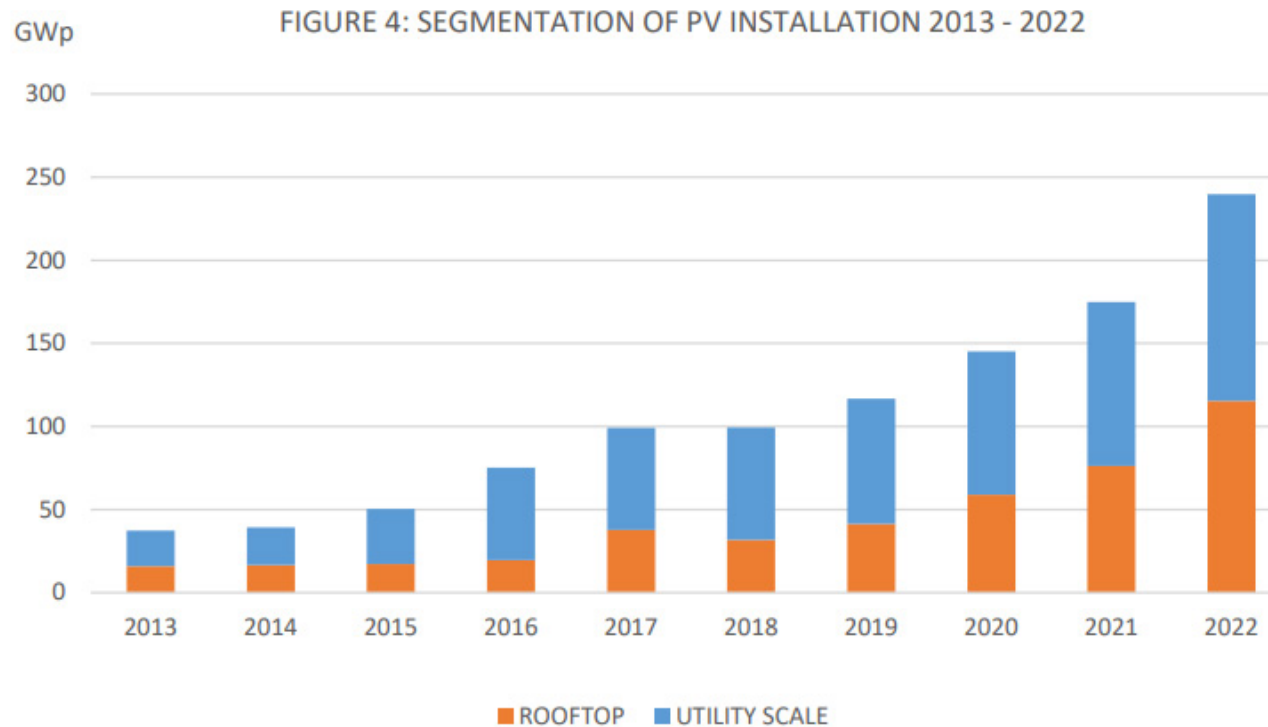
## Möjlighet för solkraft

- Sveriges elanvändning 2022 lika som för 35 år sedan, trots 2 miljoner fler invånare och vi har aldrig haft så stort överskott av el som 2022, men...
- Elektrifiering av industri och transporter förväntas kräva mycket mera el än idag
- Framtid enligt Svenska Kraftnäts fyra scenarior i ”[Långsiktig marknadsanalys 2021](#)”
  - SF = Småskaligt förnybart
  - FM = Färdplaner mixat
  - EP = Elektrifiering planerbart
  - EF = Elektrifiering förnybart
- Ökning från ca 140 TWh/år till 184-298 TWh år 2050. I EF:
  - **Industri** + 113 TWh
  - Elfordon + 24 TWh
  - Serverhallar + 13 TWh
  - Nätförluster + 12 TWh
  - Hushåll, service - 5 TWh



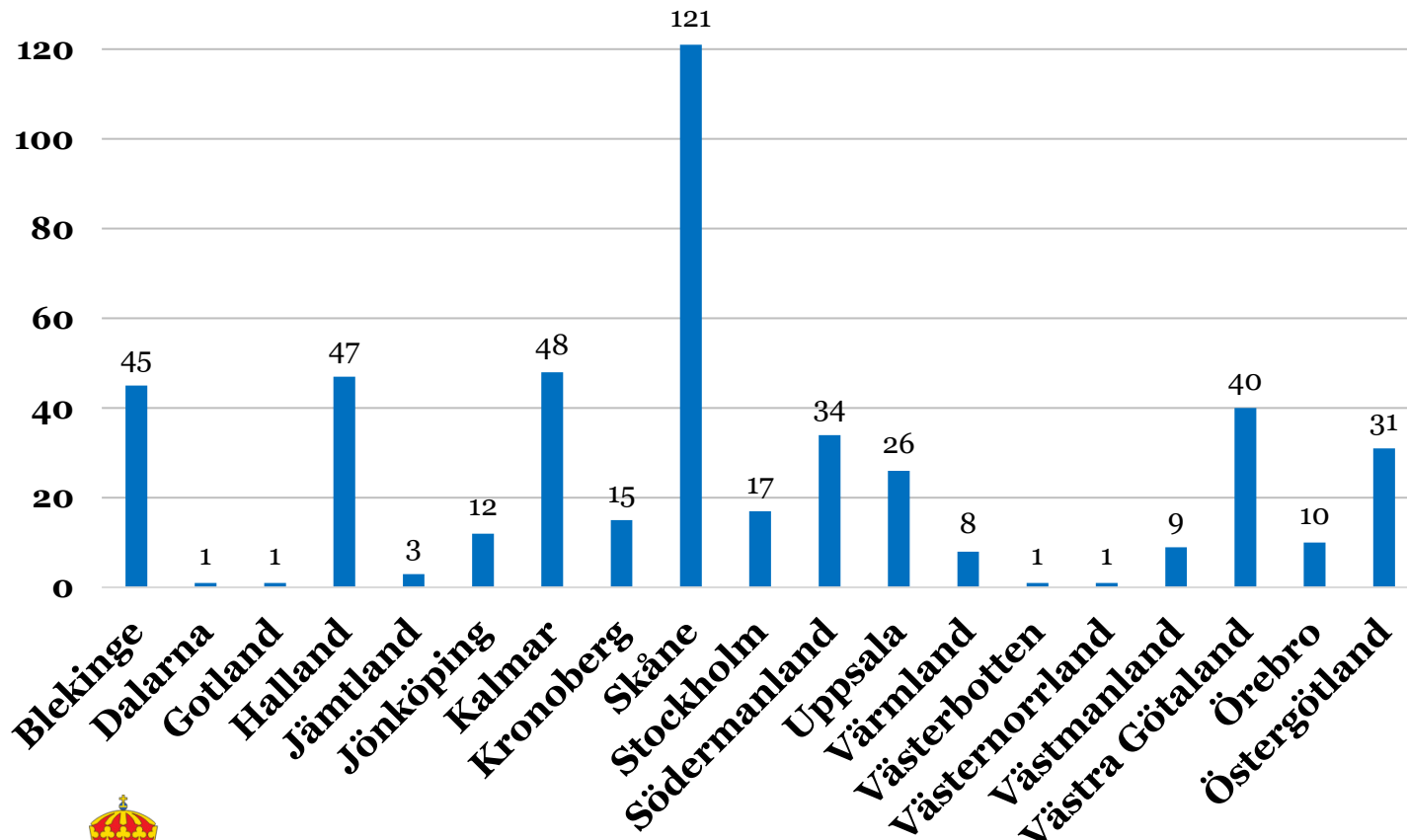
# Solcellsparker

- Solcellsparker på mark ungefär halva marknaden internationellt
- Bara 64 av 147 692 anläggningar större än 1 MW i Sverige 2022



# Solcellsparker på stark frammarsch i Sverige

**470** anmälningar till Sveriges Länsstyrelser att anlägga markbaserade solcellsanläggningar 2021 - oktober 2022



Jämför med 64 byggda solcellsparker >1 MW till och med 2022

2022-08-26 • Nyheter

Invigd 2023-10-25

## Byggnation av Sveriges största solcellspark har påbörjats

Kungsåra solcellspark i Västerås kommun blir 22 megawatt och utgör ett av två projekt på totalt 69

Neoen and Alight begin construction at Hultsfred solar farm (100 MWp), the largest in Sweden 2023-10-25







# Förbud solcellsparker i Skåne enligt domstol

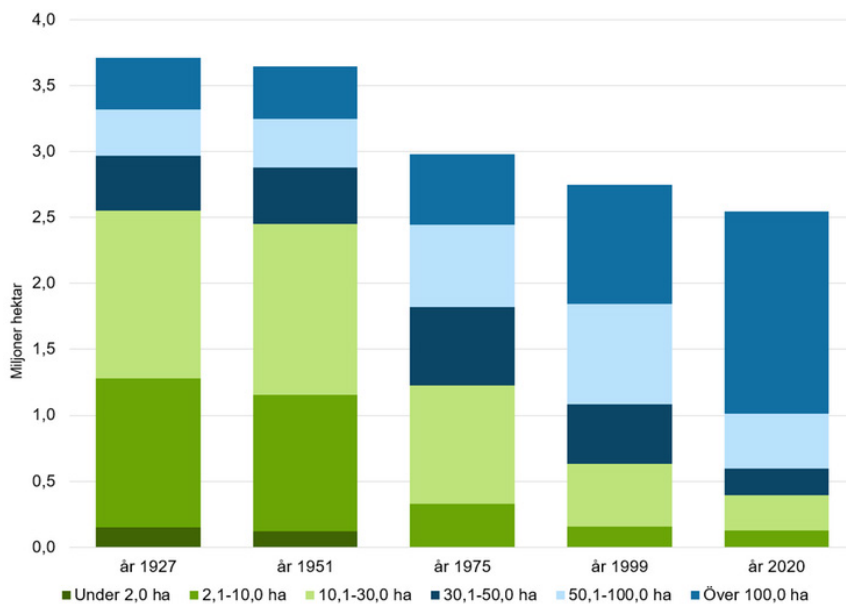
- Länsstyrelse: **Nej**
- Mark- och miljödomstolen: **Ja**
- Länsstyrelse: **Överklagat**
- Mark- och miljööverdomstolen: **Nej**
  - [Ängelholms kommun](#), 2022-11-22 (4,5 ha)
  - [Kristianstads kommun](#), 2022-11-22 (1,8 ha)
  - OBS – Små solcellsparker
- “...en solcellsanläggning tar brukningsvärd jordbruksmark i anspråk, att anläggningen i och för sig kan anses tillgodose ett väsentligt samhällsintresse men att det **inte är utrett att behovet inte kan tillgodoses genom att annan mark tas i anspråk**. Eftersom anläggningen därmed inte är förenlig med **3 kap. 4 § miljöbalken**”

## Solsambbruk kan öka lönsamheten

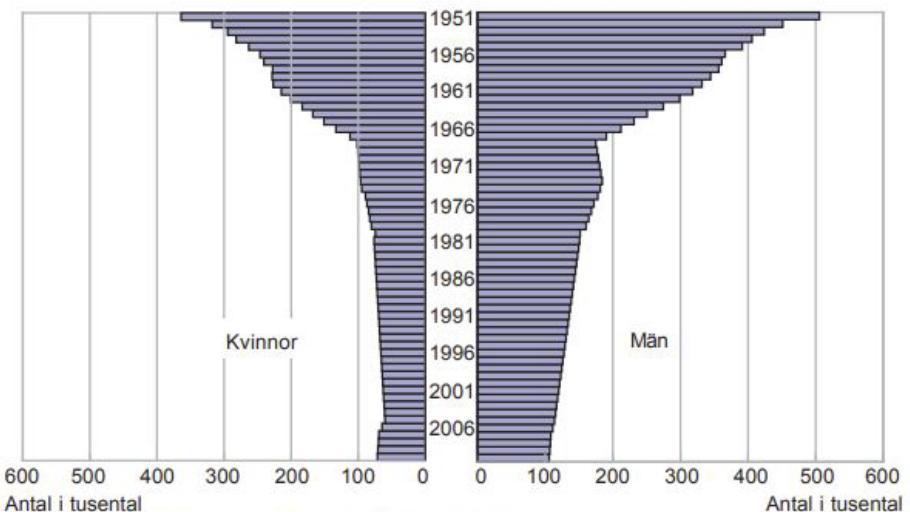
- 50% självförsörjning
  - 75% början av 1990-talet

- Åkermark
  - 1,1 miljon ha mindre sedan 1951 (~-30%)

- 166 300 sysselsatta i jordbruket 2020
  - Minskning 3% sedan 2016
  - Minskning ca 80% sedan 1951



Figur 1C  
Antal sysselsatta inom jordbruket fördelat på kvinnor och män 1951–2010  
Number of people employed in agriculture by gender



Rapport: Jordbrukets lönsamhetsproblem  
[KLSA 2022-09-05](#)

Svensk marknadsandel 2021  
Källa: Jordbruksverket

Källa: Jordbruksverket och SCB, publikationen *Jordbruket i siffror*.



# Sveriges största – 22 MW i Kungsåra

## Byggstart augusti 2022 – invigd oktober 2023

- Delar av fastigheten var till salu 2022
- 2 miljoner kr eller högstbjudande

### Om fastigheten

Fastighet om totalt 12,8 ha 10 km öster om Västerås. Hela markområdet är utarrenderat på 45-årigt arrendeavtal (43 år kvar) med en årlig arrendeintäkt om 10 000 kr/ha och år och parken är under uppförande.

Genomsnittligt arrende åkermark 2022 i östra Mellansverige 1 644 kr/ha, inklusive gratisarrenden

[Jordbruksverket. Arrendepriser på jordbruksmark 2022.](#)



Invid och i drift. Nu produceras el på närmare 22 MW på solcellsanläggningen i Kungsåra. Foto: Rasmus Hammarström/SVT

### Här invigs Sveriges största solcellspark i Kungsåra utanför Västerås

UPPDATERAD 27 OKTOBER 2023 PUBLICERAD 27 OKTOBER 2023

Källa: [SVT 2023-10-27](#)

# Solceller och odling = sant



Future Energy  
Center, MDU

Utvärdering av det  
första agrivoltaiska  
systemet i Sverige



## Team

- Pietro Campana, Docent
- Bengt Stridh, Tekn. Dr.
- Tekai Zidane, postdoktor
- Sebastian Zainali, doktorand
- Silvia Ma Lu, doktorand
- Sultan Tekei, doktorand
- Sven Ruin, forskningsingenjör
- Degree projects

Illustration Patrik Fredriksson



## Finansiering



## Projektpartners



## Vetenskapligt samarbete



# Agrivoltaiska projekt vid MDU

Inom forskningsprofil Future Energy Center

1. [Utvärdering av det första agrivoltaiska systemet i Sverige](#) (Kärrbo, 2020-2023) [Slutrapport](#)
2. [Optimerad design av agrivoltaiska system i Sverige \(Opti-APV\)](#) (Solvallen, 2022-2026)
3. [Undvika konflikter mellan globala mål för hållbarhet genom att kombinera jordbruk och solcellssystem](#) (2022-2025)
4. [MATRIX - Utvärdering av den första anläggningen för agrivoltaiska system i Sverige](#) (Kärrbo, 2023-2027)
5. [Förbättring av agrivoltaiska systemprestanda med spektralt selektiva solceller](#) (Kärrbo, 2022-2024)
6. [Solelforskningscentrum Sverige \(SOLVE\)](#) (2022-2026), där [Kombinerad markanvändning](#) är ett projekt
7. [IEA PVPS Task 13](#) (2022-2026), där "agrivoltaics" är ett delprojekt
8. [Solbruk i Skåne](#) (2023-2027)

# Markens produktivitet högre Högre och mer stabila intäkter

Bygga på åkermark

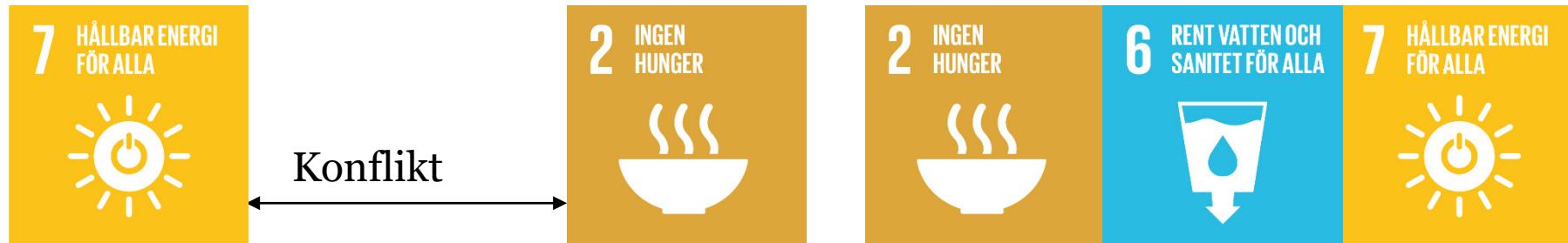
## Även gröna näringar slår ut den goda jorden

13 september 2021 09:00

[Sydsvenskan 2021-09-13](#)

European Energy överklagar beslut mot solparken i Svedberga

[2022-05-16 Solenerginyheter](#)



Vanlig solpark

**100 % solel**

Jordbruksmark

**100 % skörd**

“Agrivoltaics”

**x % solel  
y % skörd**



Miljardstöd till Sveriges lantbrukare efter torkan 2018 börjar betalas ut



# Kärrbo prästgård, Västerås

## ● Agrivoltaics

- 22,82 kW
- Tre vertikala rader mot väster-öster
- 10 m radavstånd
- 60 vertikala moduler, dubbelsidiga 380 W

## ● Referenssystem

- 11,83 kW
- Två rader mot söder, 30° lutning
- 32 moduler, dubbelsidiga 370 W



Vår forskning är med på IVAs 100-lista 2021 som listar forskningsprojekt inom **hållbar krisberedskap** med stor potential att skapa nytta genom innovation.

Jordbruk och elproduktion samsas på samma mark = solsambbruk

[Video](#)





# Vad tycker bonden Ulf?

- Det är överkligt att jag som bonde kan producera min egen energi på åkermarken, utan att jag förlorar odlingsmöjligheten. Jag kommer bli självförsörjande, säger Ulf Andersson.



Unikt svenskt projekt prövas: Solpark testas på lantbruk

[TV4 Nyheter 2022-04-04](#)

# Solvallen – Vässlingby

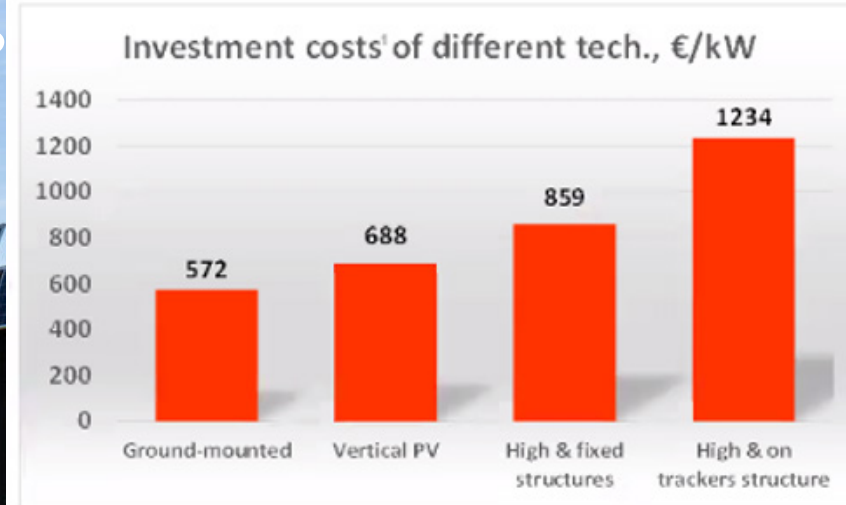
635 kW, vall



# Frågor att studera



## Kostnad - Lönsamhet?



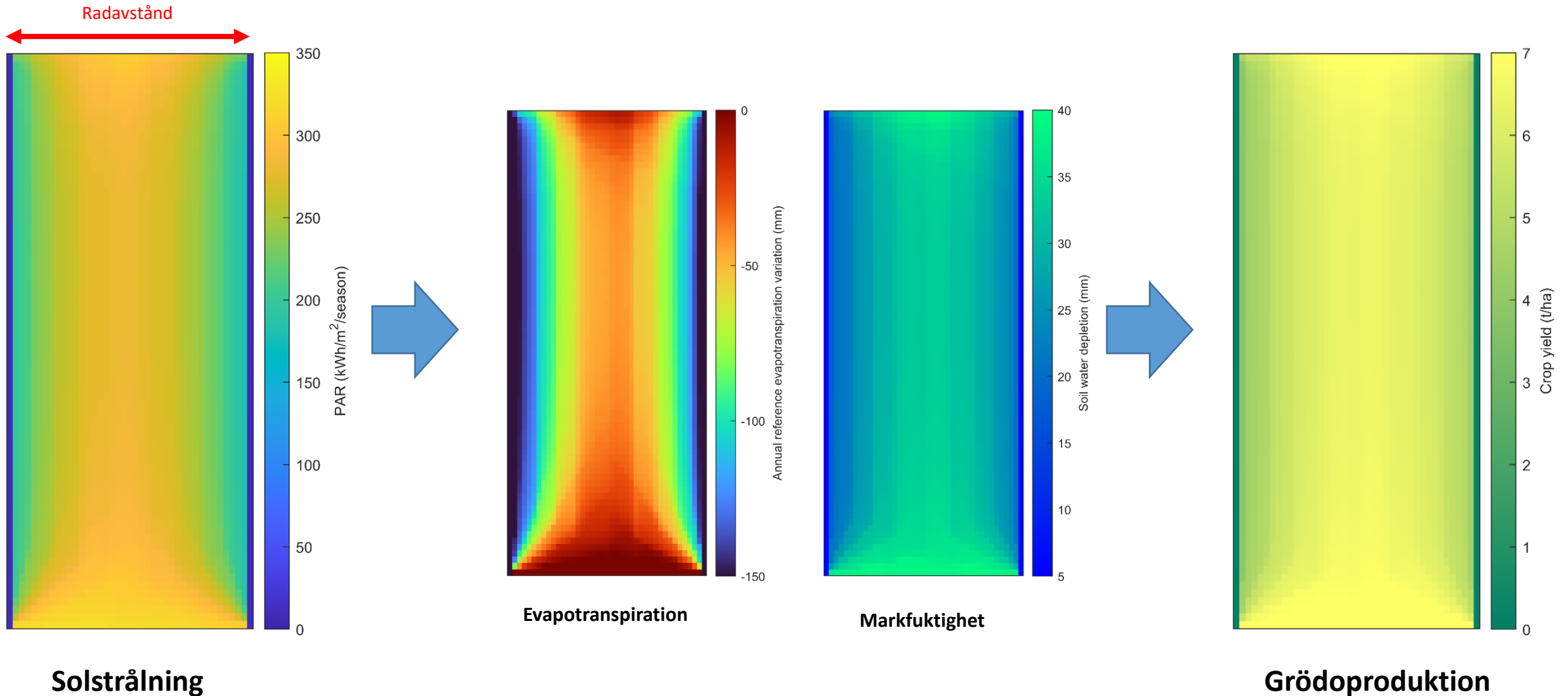
ENEL. [ATA Insights "Agrovoltatics" webinar](#) 2021-09-07.

**Skörd av el?**

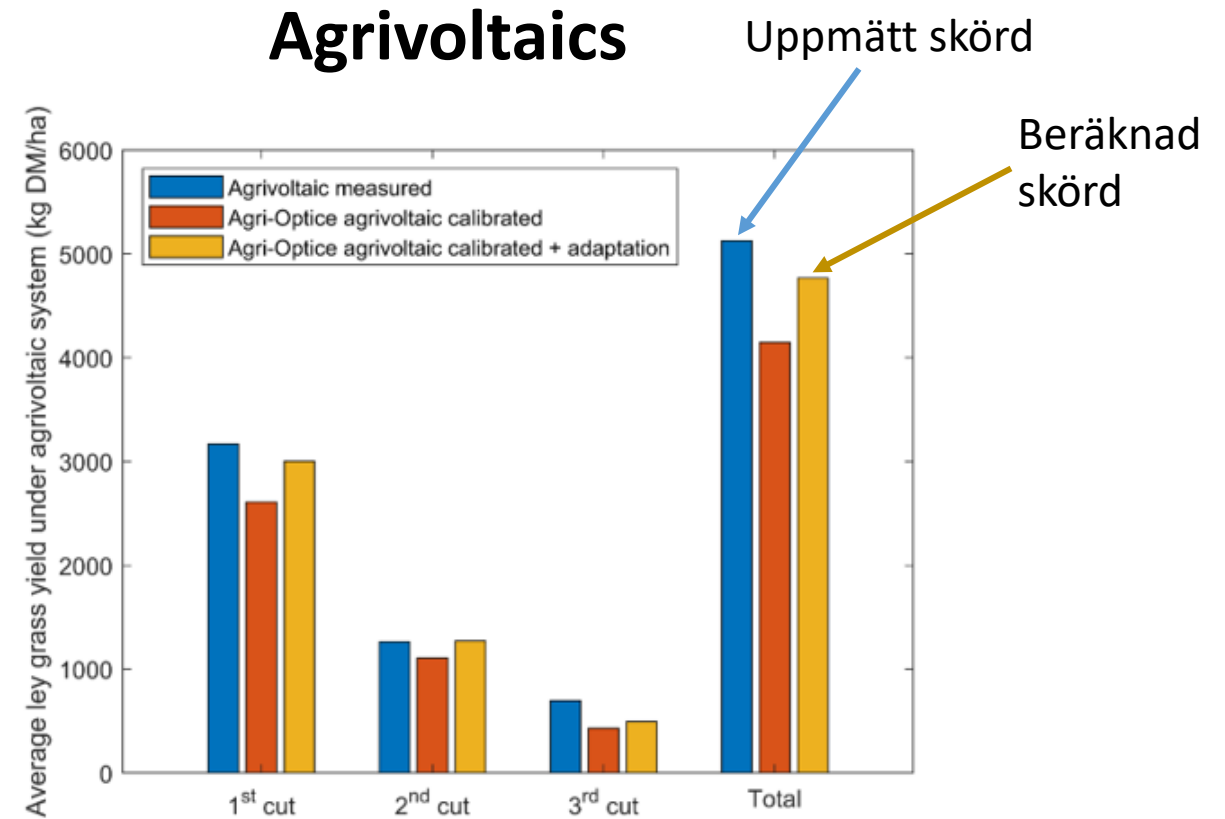
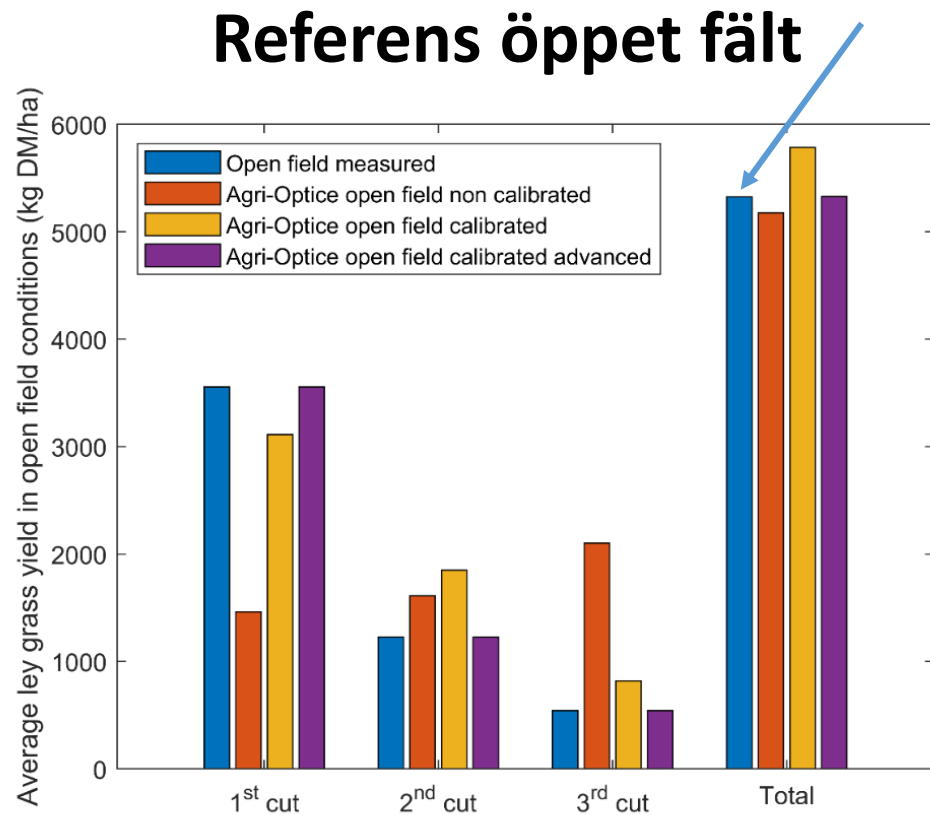
**Skörd av gröda?**

# Simulering av mikroklimat

Vision: kunna beräkna solel- och grödoproduktion för godtycklig design, gröda och väder under året



# Modellvalidering vall 2022 Kärabo prästgård



Ingen statistik skillnad i årlig grödoproduktion av vall mellan öppet fält och mellan raderna av solceller  
Area under modulerna ~10% av total area, som inte skördas maskinellt  
=> Agrivoltaics vallproduktion ~ 90% av öppet fält



# Markutnyttjande

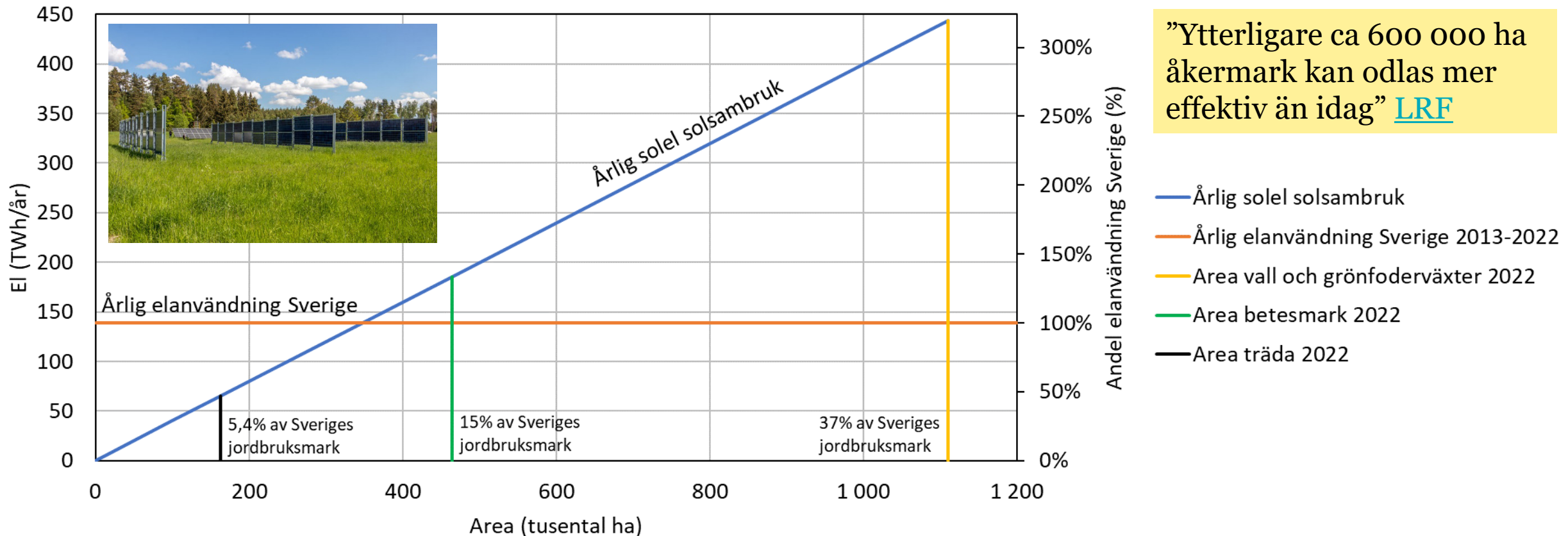
Energiskörd från 30 000 ha, motsvarande 1% av Sveriges totala jordbruksmark 2022



	<i>Exempel, utan solföljning</i>	<b>Energi (TWh)</b>	<b>Antaganden / Referens</b>
Inget stöd	"Vanlig" solcellspark	25	1,2 ha/MW, 1000 kWh/kW,år => 83 kWh/m <sup>2</sup> .
	"Agrivoltaics" – vertikala rader	12,5	2,4 ha/MW, vertikala rader, 10 m radavstånd, två 470 W moduler på höjden, Next2Sun 2023-05-31. 1000 kWh/kW,year => 42 kWh/m <sup>2</sup> .
Investeringsstöd	Energiskog (brutto)	2	Mats Areskoug (2006). Miljöfysik. <i>Energi för hållbar utveckling</i> . 5-7 kWh/m <sup>2</sup> . Även investeringsstöd för att <a href="#">anlägga lövskog</a> på nedlagd jordbruksmark.
Inget stöd	Biogas från energigrödor	0,8	Potential 6,5 TWh om 10% av åkerarealen i Sverige används för att odla grödor till biogasproduktion ( <a href="#">Börjesson 2013</a> ) => 2,5 kWh/m <sup>2</sup> .
	Skogstillväxt Sverige (brutto)	0,3	Produktiv skogsmark: Skogstillväxt 109 miljoner m <sup>3</sup> /år 2017-2021, Yta ca 23,5 miljoner hektar (2023). Källa: Skogsstatistik SLU. Energiinnehåll snitt ca 2 200 kWh/m <sup>3</sup> . => 1,0 kWh/m <sup>2</sup> .

# Potential solceller och odling

- Antaget 40 kWh/m<sup>2</sup> med solsambbruk
- Vi kan komma långt genom att utnyttja enstaka procent av jordbruksmarken



# Slutsatser

- Potentialen for solkraft är stor i Sverige
- Tillståndsärenden för solcellsparker tar för lång tid
  - Solsambruk kan lösa konflikten mellan jordbruk och solelproduktion
  - Översyn av miljöbalken skulle behövas så att möjligheten till solsambruk beaktas i länsstyrelsens bedömningar vid samråd gällande solcellsparker
  - Riktlinjer för agrivoltaiska solcellsanläggningar skulle behövas i Sverige
    - Jämför med vad man gjort i Tyskland och i en del andra länder för att säkerställa att jordbruket ska fortgå vid solsambruk. Man har där satt som lagkrav att skörden från jordbruket måste vara x procent av skörden om det inte vore någon solcellspark på jordbruksmarken om man vill bygga solcellsparker på jordbruksmark.
    - Se även [Agrivoltaics: Opportunities for Agriculture and the Energy Transition. Guideline for Germany](#)



# Tack!

Bengt Stridh, Mälardalens universitet

[bengt.stridh@mdu.se](mailto:bengt.stridh@mdu.se)

+46-705 32 30 67

